

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-146791

(P2004-146791A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>H01L 31/04  
H01L 31/042

F1

H01L 31/04  
H01L 31/04K  
R

テーマコード (参考)

5F051

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2003-204171 (P2003-204171)  
 (22) 出願日 平成15年7月30日 (2003.7.30)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-222434 (P2002-222434)  
 (32) 優先日 平成14年7月31日 (2002.7.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)  
 (31) 優先権主張番号 特願2002-253872 (P2002-253872)  
 (32) 優先日 平成14年8月30日 (2002.8.30)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000006633  
 京セラ株式会社  
 京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地  
 (72) 発明者 樋口 種男  
 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
 の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
 (72) 発明者 末永 高史  
 滋賀県八日市市蛇溝町長谷野1166番地  
 の6 京セラ株式会社滋賀八日市工場内  
 Fターム (参考) 5F051 BA03 JA07 JA08 JA20 KA04  
 KA10

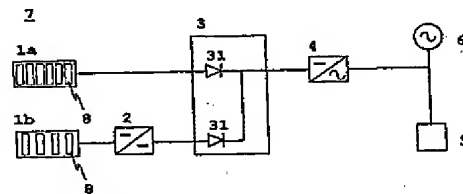
(54) 【発明の名称】 太陽光発電装置

## (57) 【要約】

【課題】異なる出力電圧を有する複数の太陽電池ストリングを簡略に商用電力システムに系統連系させることができ、最大出力電力の効率的利用を可能とした太陽光発電装置を提供する。

【解決手段】複数個の太陽電池素子または太陽電池素子群を直列に接続した第1の太陽電池ストリングと、この第1の太陽電池ストリングに対して並列に接続される同様の構成を有する第2の太陽電池ストリングと、これら太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、第2の太陽電池ストリングと電力変換手段との間に設けられ、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整し、第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第1の太陽電池ストリングの出力電圧に合わせるように調整する電圧調整手段と、を含むようにした。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成される第 1 の太陽電池ストリングと、

複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成され、前記第 1 の太陽電池ストリングに対して並列に接続され直列数が異なる第 2 の太陽電池ストリングと、

これら太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、

前記第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を、前記第 1 の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に供給するとともに、前記第 2 の太陽電池ストリングの出力電圧を前記第 1 の太陽電池ストリングの出力電圧側に調整する電圧調整手段と、を含む太陽光発電装置。

## 【請求項 2】

前記電圧調整手段は、前記第 2 の太陽電池ストリングの最大電力となる電圧に基づいて電圧調整するようにしたことを特徴とする請求項 1 に記載の太陽光発電装置。

## 【請求項 3】

複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成される第 1 の太陽電池ストリングと、

複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成され、前記第 1 の太陽電池ストリングに対して並列に接続され、第 1 の太陽電池ストリングよりも直列数が少ない第 2 の太陽電池ストリングと、

これら太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、

前記第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を昇圧し、前記第 1 の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に、最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、前記第 2 の太陽電池ストリングの出力電圧を前記第 1 の太陽電池ストリングの出力電圧になるように調整する機能を備え、調整した出力電圧が、前記第 1 の太陽電池ストリングの出力電圧よりも高くないように制御する昇圧手段と、を含む太陽光発電装置。

## 【請求項 4】

第 2 の太陽電池ストリングが第 1 の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始した際に、前記昇圧手段は、昇圧動作を停止し、前記第 1 の太陽電池ストリングによって前記電力変換手段が起動するように制御することを特徴とする請求項 3 に記載の太陽光発電装置。

## 【請求項 5】

複数個の太陽電池素子が接続されて構成される第 1 の太陽電池ストリングと、

複数個の太陽電池素子が接続されて構成され、第 1 の太陽電池ストリングに並列に接続される第 2 の太陽電池ストリングと、

第 1 および第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電力が最大となる変換電圧値  $V_m$  で、これらの直流電力を交流電力に変換する機能を有する電力変換手段と、

第 2 の太陽電池ストリングと電力変換手段とを電気的に接続する経路に介在され、前記変換電圧値  $V_m$  に近づくように、第 2 の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整する電圧調整手段と、

を含む太陽光発電装置。

## 【請求項 6】

複数個の太陽電池素子が接続されて構成される第 1 の太陽電池ストリングと、

複数個の太陽電池素子が接続されて構成され、第 1 の太陽電池ストリングに並列に接続される第 2 の太陽電池ストリングと、

第 1 および第 2 の太陽電池ストリングから出力される直流電力が最大となる変換電圧値  $V_m$  で、これらの直流電力を交流電力に変換する機能を有する電力変換手段と、

第2の太陽電池ストリングと電力変換手段とを電氣的に接続する経路に介在され、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が最大となるように、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整して、第2の太陽電池ストリング直流電力を前記電力変換手段に与える電圧調整手段と、を含む太陽光発電装置。

【請求項7】

前記電圧調整手段は、この電圧調整手段から前記電力変換手段に与える直流電圧が、前記第1の太陽電池ストリングから前記電力変換手段に与えられる直流電圧よりも高くないように調整することを特徴とする請求項5または6記載の太陽光発電装置

【請求項8】

前記電圧調整手段は、前記第2の太陽電池ストリングが前記第1の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始した場合、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧の調整を停止し、前記電力変換手段は、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を交流電力に変換することを特徴とする請求項5または6記載の太陽光発電装置

【請求項9】

前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を昇圧または降圧の少なくともいずれか一方を行って調整した直流電圧を前記電力変換手段に与える調整部と、

第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を用いて、前記調整部を駆動する電源部と、

調整部を制御する制御部と、

を有することを特徴とする請求項5または6に記載の太陽光発電装置。

【請求項10】

前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を、あらかじめ定められた規則にしたがって昇圧および降圧のいずれかの調整を行って、前記電力変換手段に与えることを特徴とする請求項5または6に記載の太陽光発電装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、屋根などの構造物上などに設置する太陽電池ストリングを構成する太陽電池素子、または太陽電池素子群（太陽電池モジュール）の直列数の自由度を増し、太陽電池ストリングの最大出力動作点を正確に追尾可能とする制御機能を備えた太陽光発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図14は従来技術の太陽光発電装置を示すブロック図である。従来は、図14に示すように、複数の太陽電池ストリング11a、11b（ストリング：太陽電池素子が直列接続された一列の装置）を並列接続してなる太陽光発電装置17において、前記太陽電池ストリング11a、11bから最大出力電力が得られるように構成したものが提案されている。

【0003】

この太陽光発電装置17は、太陽エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽電池素子を複数個接続してなる太陽電池ストリング11a、11bと、一方の太陽電池ストリングからの出力が他の太陽電池ストリングに逆流しないようにする逆流防止ダイオード19とを接続するとともに、複数の太陽電池ストリング11a、11bからの出力電圧を束ねる接続手段となる接続箱13、各太陽電池ストリング11a、11bから出力される直流電力を商用電力系統16に対して電圧・電流位相を同期させた交流電力に変換する電力変換装置と商用電力系統の異常を検出する保護装置とからなるパワーコンディショナ14とで構成されている。パワーコンディショナ14から出力される交流電力は、照明やモーターなどの交流負荷15に与えられる。

【0004】

一般に太陽電池ストリングを用いて必要な電力を得る場合、太陽電池素子、または太陽電池モジュール18を直列や並列、または直並列するなどして各太陽電池ストリング11a、11bを構成し、電力変換を行うパワーコンディショナ14が効率よく変換できる電圧・電流になるよう構成する。

#### 【0005】

しかし、太陽電池ストリングの発電電力量は日照条件や状況により変化するため、太陽電池の電流と電圧を最も効率的に取り出せる最大出力動作点と呼ばれるポイントは常に変化している。そこで、太陽電池ストリングの最大出力電力を得るために、変動する太陽電池の最大出力動作点にパワーコンディショナ14の動作点が追従するようにパワーコンディショナ14を制御するようにしている。

10

#### 【0006】

しかしながら、パワーコンディショナ14では接続箱13で集電した結果としての太陽電池ストリングの出力電力を制御するため、太陽電池ストリング11a、11bごとの出力電力を制御することはできない。したがって、太陽電池ストリング間の出力電圧を合わせるために太陽電池ストリング間の太陽電池素子の数を揃える必要がある。

#### 【0007】

例えば、太陽電池素子の数が異なる複数の太陽電池ストリング11a、11bを並列接続して構成した場合は、最大出力動作点が各太陽電池ストリングごとに異なった点に位置するために、ある出力電圧でパワーコンディショナ14を動作させようとすると、全体として発電効率を下げってしまう結果となる。このことは、太陽電池モジュール18の構成枚数を任意に設定すれば変換効率を下げってしまう結果になり、例えば家屋の屋根全体に太陽電池モジュール18を敷きつめ、かつ変換効率を高い状態で維持するなどの要求に応えられないことになる。

20

#### 【0008】

近年、景観や個性を重視した太陽電池を搭載した住宅などにおいては、太陽電池モジュール18と一緒に、発電を行わないダミーモジュールを配設してスペースを埋めるようにしたり、歯抜け部分に発電を行わせない太陽電池モジュールを配設したりして屋根外観が同じになるようにしており、発電に寄与できない部品が必要とされている。

#### 【0009】

また、太陽電池モジュール18の増設単位がストリング単位であるために、必要な発電容量と実際の設置可能容量とに差が生じる場合などが発生し、1つの太陽電池ストリングの設置領域よりも小さい設置可能面積が残っていても発電に貢献させられず、その結果、要求される発電容量を満たすことができないなどの問題が生じている。

30

#### 【0010】

このようなことから、例えば、特許文献1には、太陽電池素子の数が異なるストリングを並列接続して構成した場合、太陽電池素子の少ないストリングに電圧調整手段を接続し、複数の太陽電池ストリングからの出力電圧をあらかじめ定められた電圧に変換して合わせるような太陽光発電装置が開示されている。

#### 【0011】

##### 【特許文献1】

特開2001-312319号公報

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記の特許文献1に記載された方法では、太陽光発電装置の設置時に、昇圧電圧比率を電圧調整手段に設けられた接点切替スイッチによって、手動的に選択しなければならず、設置時の工数が増えるとともに、万一、前記選択の設定を誤った場合には、太陽電池モジュール18の設置枚数に応じた出力が得られず、太陽光発電装置が正常に稼働しないという問題が生じる。

40

#### 【0013】

また、太陽電池ストリング11a、11bの設置方位が異なると、それぞれの太陽電池ス

50

トリング11a、11bへの日射条件およびモジュール温度条件の違いから、太陽電池ストリング11a、11bとしての最大出力を得るための動作点には差が生じている。しかし、昇圧電圧比率を手動的に設定する場合は、昇圧比が設定値で固定となるため、真の最大出力電力を得ることができないという問題が生じる。

【0014】

また、施工時に設定が誤って行われていないかを検査・管理する必要がある、その結果の収集・記録・管理や、それを施工業者に徹底させるための労力が必要となる。

【0015】

上述のような太陽光発電装置における課題に鑑み、本発明は、最適な運転制御が可能な優れた太陽光発電装置を提供することができるよう、異なる出力電圧を有する複数の太陽電池ストリングを簡略に商用電力系統に系統連系させることができ、かつそれらの太陽電池ストリングの最大出力電力での効率的利用を可能とするとともに、前記昇圧比の誤設定の問題を発生させない太陽光発電装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1にかかる太陽光発電装置は、複数の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成される第1の太陽電池ストリングと、複数の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成され、前記第1の太陽電池ストリングに対して並列に接続され直列数が異なる第2の太陽電池ストリングと、これら太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、前記第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を、前記第1の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に供給するとともに、前記第2の太陽電池ストリングの出力電圧を前記第1の太陽電池ストリングの出力電圧側に調整する電圧調整手段と、を含む。

【0017】

また、本発明の請求項2にかかる太陽光発電装置は、請求項1にかかる太陽光発電装置について、前記電圧調整手段は、前記第2の太陽電池ストリングの最大電力となる電圧に基づいて電圧調整するようにしたことを特徴とする。

【0018】

例えば、複数枚の太陽電池モジュールが直列接続された太陽電池ストリングの複数、接続箱を通じパワーコンディショナを介して商用電力系統に系統連系させるための太陽光発電装置であって、あらかじめ定められた標準直列枚数の太陽電池モジュール、またはあらかじめ定められた標準数の太陽電池素子を含む第1の太陽電池ストリングと、その標準直列枚数未満の太陽電池モジュール、または標準数未満の太陽電池素子を含む第2の太陽電池ストリングとが接続箱に並列に接続され、第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第1の太陽電池ストリングの出力電圧まで高める電圧調整手段が接続箱の前段、すなわち入力側に設けられてなるものである。

【0019】

ここで、第1の太陽電池ストリングとは、パワーコンディショナが制御可能である範囲の数の太陽電池モジュールまたは太陽電池素子が直列に接続されて構成される。また、例えば、複数の太陽電池ストリングが存在する場合、第1の太陽電池ストリングは、直列接続可能な最大枚数の太陽電池モジュールまたは太陽電池素子が直列に接続されて構成される。

【0020】

また、電圧調整手段は、接続される太陽電池ストリングについて、MPP T制御(Maximum Power Point Tracking 最大出力点追従制御)を行ない、第2の太陽電池ストリングの最大出力電圧を得ることができる。また、出力側の自動的に定まる出力電圧であって、パワーコンディショナの制御電圧である第1の太陽電池ストリングの電圧と同一となる出力電圧と、入力側のMPP T制御による第2の太陽電池ストリングから与えられる入力電圧とにより昇圧電圧比率は、自動的に調整される。また、電圧

調整手段は、第1または第2の太陽電池ストリングの出力電力によって駆動可能としてもよい。

【0021】

このように、第1の太陽電池ストリングと電力変換手段との間に、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整する電圧調整手段を設けるとともに、この電圧調整手段でもって、第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第1の太陽電池ストリングの出力電圧側、すなわち第2の太陽電池ストリングの出力電圧を第2の太陽電池ストリングの出力電圧に合うように調整し、さらに、電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングの最大電力となる電圧に基づいて与えられる電圧を調整する。これによって、複数枚の太陽電池モジュールが直列接続された太陽電池ストリングの複数枚を、接続箱を介して商用電力系統に系統連系させる太陽光発電装置において、発電能力が異なる第1の太陽電池ストリングと第2の太陽電池ストリングとを含む場合であっても、各太陽電池ストリングからの最大出力電力の和を最大出力電力として利用することが可能となり、太陽光発電装置を商用電力系統に系統連系させることができる。

【0022】

また、電圧調整手段は第2の太陽電池ストリングのみの接続で済み、第1の太陽電池ストリングには電圧調整手段を接続する必要はない。

【0023】

そして、入力電圧と出力電圧とに基づいて昇圧比が自動的に調整されることにより、設置時の昇圧比の設定が不要となり、施工工数が削減される。また、誤設定による動作不良がないので、施工時に設定が誤って行われていないかを検査・管理する必要がなく、検査結果の収集・記録・管理や、それを施工業者に徹底させるための労力が不要となる。

【0024】

さらに、電圧調整手段のMPPT制御機能により、太陽電池ストリングの設置条件の違い、例えば太陽電池ストリングごとに日照量が異なる場合などに各太陽電池ストリングの最大出力動作点に差が生じている場合であっても、真の最大出力電力を得ることができる優れた太陽光発電装置を提供できる。

【0025】

また、電力調整手段が、昇圧と降圧の両方の電圧調整機能を有するようにしてもよい。例えば、一部の時間帯に出力低下が生じる第2の太陽電池ストリングを有する場合において、通常は降圧による電圧調整が行なわれるが、対象時間帯のみ昇圧による電圧調整を行ない、降圧型電圧調整のみでは発電に寄与できない太陽電池ストリングの電力を取り出せるようにすることも可能であり、発電電力量の向上だけでなく、従来は太陽電池ストリングの設置条件を満足できなかった場所も含めた設置ができるようになる。

【0026】

また、本発明の請求項3にかかる太陽光発電装置は、複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成される第1の太陽電池ストリングと、複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成され、前記第1の太陽電池ストリングに対して並列に接続され、第1の太陽電池ストリングよりも直列数が少ない第2の太陽電池ストリングと、これら太陽電池ストリングの最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、この直流電力を交流電力に変換する電力変換手段と、前記第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を昇圧し、前記第1の太陽電池ストリングと前記電力変換手段との間に、最大出力動作点で直流電力が出力されるように制御するとともに、前記第2の太陽電池ストリングの出力電圧を前記第1の太陽電池ストリングの出力電圧になるように調整する機能を備え、調整した出力電圧が、前記第1の太陽電池ストリングの出力電圧よりも高くならないように制御する昇圧手段と、を含む。

【0027】

また本発明の請求項4にかかる太陽光発電装置は、請求項3にかかる太陽光発電装置について、第2の太陽電池ストリングが第1の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始した際に、前記昇圧手段は、昇圧動作を停止し、前記第1の太陽電池ストリングによって前記



電力変換手段が起動するように制御する。

【0028】

このように、複数個の太陽電池素子または複数の太陽電池素子群を、直列に接続して構成される第1の太陽電池ストリングと、この第1の太陽電池ストリングに対して並列に接続され、第1の太陽電池ストリングよりも発電能力が低い第2の太陽電池ストリングとを備え、これら太陽電池ストリングから出力される直流電力を交流電力に変換し且つ最大出力動作点が入力されるように制御する電力変換手段と、前記第1の太陽電池ストリングと前記電力変換手段の間に、前記第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を昇圧し且つ最大出力動作点が入力されるように制御する電圧調整手段を設ける。この電圧調整手段でもって、前記第2の太陽電池ストリングの出力電圧を前記第1の太陽電池ストリングの出力電圧に調整する機能を備え、さらに、前記電圧調整手段から与えられる出力電圧が、第1の太陽電池ストリングの出力電圧よりも高い電圧で電力変換手段が連続動作しないように制御することとしたので、自動昇圧機能を有する電圧調整手段によって、電力変換手段が第1の太陽電池ストリングの動作電圧よりも高い電圧を動作電圧と誤認する問題を解消することができ、電力変換手段が最適な制御電圧で、発電損失を発生させない最適な制御を行うことができる。

【0029】

また、第2の太陽電池ストリングが、第1の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始した際に電圧調整手段の昇圧動作を停止させ、第1の太陽電池ストリングによって電力変換手段が起動するように制御することとしたので、第1の太陽電池ストリングの出力電圧、または電力変換手段が電力変換する場合の変換電圧である制御電圧を電圧調整手段が検知できない場合においても、第1の太陽電池ストリングが発電していない状態では第2の太陽電池ストリングが単独で動作し、電圧調整手段によって電力変換手段が第1の太陽電池ストリングの動作電圧よりも高い電圧を動作電圧と誤認しないように制御することができ、電力変換手段が最適な制御電圧で制御を行なうことが可能な優れた太陽光発電装置を提供できる。

【0030】

また、本発明の請求項5にかかる太陽光発電装置は、複数個の太陽電池素子が接続されて構成される第1の太陽電池ストリングと、複数個の太陽電池素子が接続されて構成され、第1の太陽電池ストリングに並列に接続される第2の太陽電池ストリングと、第1および第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が与えられ、与えられる直流電力が最大となる変換電圧値 $V_m$ で、それらの直流電力を交流電力に変換する機能を有する電力変換手段と、第2の太陽電池ストリングと電力変換手段とを電気的に接続する経路に介在され、前記変換電圧値 $V_m$ に近づくように、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整する電圧調整手段とを含む。

【0031】

本発明によれば、電力変換手段が、与えられる直流電圧を調整することによって、与えられる直流電力が最大となる変換電圧値 $V_m$ で、直流電力を交流電力に変換することができる。具体的には、電力変換手段によって、第1の太陽電池ストリングから与えられる電力が最大となる最適電圧値 $V_L$ となるように、与えられる電圧が調整される。すなわち変換電圧値 $V_m$ が第1の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_L$ に等しくなる。

【0032】

また電圧調整手段が、前記変換電圧値 $V_m$ に近づくように、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整して、電力変換手段に与える。これによって第1および第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力を電力変換手段に直接与える場合に比べて、電力変換手段に与えられる最大直流電力を大きくすることができる。

【0033】

このような構成としたので、第1の太陽電池ストリングおよび第2の太陽電池ストリングの発電状態が異なる場合、例えば各ストリングに含まれる太陽電池モジュールの数が異なる場合であっても、太陽光発電装置の発電能力を高めることができる。

## 【0034】

なお、本発明の電圧調整手段は、前記変換電圧値 $V_m$ に関する情報に基づいて、第2の太陽電池ストリングから電力変換手段に与える直流電圧を調整する。これによって、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧の調整量を自動調整することができ、作業者があらかじめ調整量を決定する必要がない。

## 【0035】

したがって、太陽光発電装置の設置時に電圧調整手段の出力電圧を設定する作業が不要となり、施工工数が削減される。また、誤設定による動作不良がないので、施工時に設定が誤って行われていないか否かを検査および管理する必要がない。

## 【0036】

10

また、電圧調整手段による第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧の調整は随時行われることが好ましい。これによって、第1の太陽電池ストリングと第2の太陽電池ストリングとに照射される太陽光の日射量および温度などが時間経過とともに変化する場合であっても、随時最大電力となる変換電圧値 $V_m$ で電力変換手段を動作させることができ、優れた太陽光発電装置を提供することができる。

## 【0037】

そして、本発明の請求項6にかかる太陽光発電装置は、複数個の太陽電池素子が接続されて構成される第1の太陽電池ストリングと、複数個の太陽電池素子が接続されて構成され、第1の太陽電池ストリングに並列に接続される第2の太陽電池ストリングと、第1および第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が与えられ、与えられる直流電力が最大となる変換電圧値 $V_m$ で、それらの直流電力を交流電力に変換する機能を有する電力変換手段と、第2の太陽電池ストリングと電力変換手段とを電気的に接続する経路に介在され、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が最大となるように、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整して、第2の太陽電池ストリング直流電力を前記電力変換手段に与える電圧調整手段とを含む。

## 【0038】

このような構成としたので、電圧調整手段は、MPP T制御機能を有することによって、第2の太陽電池ストリングの最適電圧が電圧調整手段に与えられるように調整することができる。これによって、第1および第2の太陽電池ストリングから与えられる電力がともに最大となる電圧で、電力変換手段が電力変換を行うことができる。

30

## 【0039】

また、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、第1の太陽電池ストリングから電力変換手段に直接、直流電流を与えるようにすれば、第1の太陽電池ストリングには電圧調整手段を設ける必要がなくなる。これによって、各太陽電池ストリングに電圧調整手段がそれぞれ接続される場合に比べて、部品点数および接続機器を減らすことが可能となる。

## 【0040】

そして、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、電圧調整手段を第2の太陽電池ストリングに対して、着脱可能に設けるようにすれば、太陽電池ストリングの増設など、太陽電池ストリングの状態が変更された場合に依じて、容易に電圧調整手段を太陽電池ストリングに着脱することができる。これによって、太陽光発電装置の設置後であっても、容易に発電能力を向上することができる。

40

## 【0041】

また、本発明の請求項7にかかる太陽光発電装置は、請求項5または6の太陽電池において、電圧調整手段は、この電圧調整手段から電力変換手段に与える直流電圧が、第1の太陽電池ストリングから電力変換手段に与えられる直流電圧よりも高くないように調整するようにしたので、電力変換手段が、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧よりも、高い電圧を変換電圧 $V_m$ として誤設定する問題を解消することができる。これによって、電力変換手段が最適な制御電圧で、発電損失の発生を抑えた最適な制御を行うことができる。

50



## 【0042】

さらに、本発明の請求項8にかかる太陽光発電装置は、請求項5または6の太陽電池において、電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングが第1の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始した場合、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧の調整を停止し、電力変換手段は、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を交流電力に変換するようにした。これによれば、第1の太陽電池ストリングが発電していない状態で、電圧調整手段から与えられた直流電圧によって、電力変換手段が動作しないようにすることができる。その結果、電力変換手段が第1の太陽電池ストリングから出力される直流電圧よりも高い電圧を、変換電圧値 $V_m$ として誤設定しないように制御することができ、電力変換手段に過大な電流が流れることを防止できる。

10

## 【0043】

また、本発明の請求項9にかかる太陽光発電装置は、請求項5または6の太陽光発電装置について、前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を昇圧または降圧の少なくともいずれか一方を行って調整した直流電圧を前記電力変換手段に与える調整部と、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を用いて、前記調整部を駆動する電源部と、調整部を制御する制御部とを有することを特徴とする。

## 【0044】

このような構成としたので、電源部が第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を用いて調整部を駆動することによって、電圧調整手段が、第2の太陽電池ストリングとともに動作する。これによって、夜間においては自動的に第2の太陽電池ストリングの調整が停止され、余計な電力消費が生じないようにすることができる。

20

## 【0045】

ここで調整部はインダクタとダイオードとスイッチング素子とを含むチョップパ回路を含んで実現され、制御手段は、スイッチング素子をスイッチング制御して、与えられる直流電圧を昇圧または降圧制御の少なくともいずれか一方を行うようにすれば、交流電圧に変換することなく直流電圧を調整することができ、トランスを用いることなく昇圧又は降圧することができる。これによって、小型および軽量化が容易となるとともに、回路構成を単純化することができ製造コストを低減することができる。

## 【0046】

また、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、第1の太陽電池ストリングから第2の太陽電池ストリングに電流が流れることを防止する逆流防止ダイオードを設け、前記電圧調整手段は、この電圧調整手段から電力変換手段に流れる電流の有無に基づいて、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整するようにすると良い。これによって、この電圧調整手段から電力変換手段に電流が流れるまで、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整、例えば昇圧する。電圧調整手段から電力変換手段に電流が流れると、調整された直流電圧は、前記変換電圧値 $V_m$ と等しい電圧となる。このとき前記変換電圧値 $V_m$ は、電力変換手段によって第1の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_L$ となる。したがって前記変換電圧値 $V_m$ は、各太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_L$ 、 $V_s$ と等しくなる。このようにして発電量を大きくすることができる。

30

## 【0047】

さらに、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段は、第1の太陽電池ストリングから与えられる出力電力が最大となる最適電圧値 $V_L$ と、第2の太陽電池ストリングから与えられる出力電力が最大となる最適電圧値 $V_s$ との電圧比を求め、この電圧比に基づいて、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を調整するようにすると良い。こうすることによって、この制御部は、第1の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_L$ と、第2の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_s$ との電圧比を求め、この電圧比に基づいて昇圧部に与えられる第2の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_s$ を調整し、電力変換手段に与える直流電圧を、第1の太陽電池ストリングの最適電圧値 $V_L$ と等しくするので、発電量を大きくすることができる。

40

## 【0048】

50

また、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を昇圧して電力変換手段に与えるようにすれば、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が電圧不足のために出力として加算されないことを防止することができる。

#### 【0049】

そして、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段は、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を降圧して電力変換手段に与えるようにすれば、第1の太陽電池ストリングに比べて、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力が大きい場合であっても、電力変換手段に与えられる直流電力を大きくすることができる。例えば、第2の太陽電池ストリングの発電能力を大きくすることによって、太陽光発電装置に含まれる太陽電池ストリングの総数を少なくすることができ、配線数を少なくすることができる。

#### 【0050】

さらに、本発明の請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段は、前記電力変換手段が、第1の太陽電池ストリングと第2の太陽電池ストリングとのいずれかの直流電圧を調整したか判定し、この判定結果に基づいて、第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を調整を行うようにすると良い。こうすることによって、第1の太陽電池ストリングと第2の太陽電池ストリングのいずれかの直流電力に基づいて、変換電圧値 $V_m$ を設定したか判定し、もし第2の太陽電池ストリングの直流電力に基づいて、変換電圧値 $V_m$ を決定した場合には、電圧調整手段が調整動作を停止することによって、電力変換手段が第2の太陽電池ストリングから出力される直流電圧を、変換電圧値 $V_m$ として誤設定してしまうことがないようにすることができる。

#### 【0051】

そして、本発明の請求項10にかかる太陽光発電装置は、請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段が、あらかじめ定められた規則にしたがって、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を、昇圧もしくは降圧のいずれかを実行し、電力変換手段に供給するようにすることを特徴とする。これによれば、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧が、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧よりも低い場合には昇圧動作を行うなどして、降圧および昇圧動作を切り替えることができる。例えば、朝夕などの一部の時間帯に太陽からの照射量が低い場合など、出力低下が生じる場所に設置された太陽光発電装置において、通常は降圧動作による電圧調整が行われるような場合であっても、あらかじめ定める所定の時間帯のみ昇圧動作による電圧調整を行うようにすれば、降圧動作による電圧調整のみでは取り出すことができない太陽電池ストリングの電力を取り出すことが可能となる。

#### 【0052】

##### 【発明の実施の形態】

以下に、本発明にかかる太陽光発電装置の実施形態について、模式的に図示した図面に基づき詳細に説明する。なお、既に説明した同様な構成部材には、同一符号を付すものとし重複した説明を省略する。

#### 【0053】

図1に、本発明の一実施形態にかかる太陽光発電装置7のブロック図を示す。あらかじめ定めた標準枚数の太陽電池素子、いわゆる太陽電池セルが接続された太陽電池素子群である太陽電池モジュール8を直列接続させてなる第1の太陽電池ストリング1aと、前記標準枚数未満の太陽電池素子を直列接続させてなる第2の太陽電池ストリング1bを電圧調整手段2を介して、それぞれ接続箱3に含まれる逆流防止ダイオード31に接続した後に並列接続し、各太陽電池ストリング1a、1bの発電電力をパワーコンディショナ4を介して負荷である交流負荷5や商用電力系統6に供給するようにしたものである。

#### 【0054】

言い換えると、太陽光発電装置7は、第1の太陽電池ストリング1aと、第2の太陽電池ストリング1bと、電圧調整手段2と、接続手段である接続箱3と、電力変換手段となる

パワーコンディショナ 4 とを含む。各太陽電池ストリング 1 a、1 b は、複数の太陽電池モジュール 8 が接続されて構成されてなる。例えば、第 1 の太陽電池ストリング 1 a は、あらかじめ定められる標準数の太陽電池モジュール 8 が直列に接続される。また、第 2 の太陽電池ストリング 1 a は、前記標準数未満の太陽電池モジュールが直列に接続される。

【0055】

パワーコンディショナ 4 は、各太陽電池ストリング 1 a、1 b から出力される直流電力が与えられ、それらの直流電力を交流電力に変換するとともに、与えられる直流電力が最大となるように、与えられる電圧を調整する。例えば、パワーコンディショナ 4 は、標準太陽電池ストリング 1 a から与えられる電力が最大となる直流電圧が与えられるように調整する。

10

【0056】

接続箱 3 は、各太陽電池ストリング 1 a、1 b を並列に接続し、各太陽電池ストリング 1 a、1 b から出力される出力電力を束ねて、パワーコンディショナ 4 に与える。また接続箱 3 は、一方の太陽電池ストリングからの電流が他方の太陽電池ストリングに逆流することを防止するために、ストリングごとに逆流防止ダイオード 31 がそれぞれ設けられる。逆流防止ダイオード 31 は、ストリングを並列に接続する経路のうち、その接続接点よりもストリング側にそれぞれ介在される。

【0057】

電圧調整手段 2 は、第 2 の太陽電池ストリング 1 b と接続箱 3 とを電氣的に接続する経路に介在され、逆流防止ダイオード 31 よりも第 2 の太陽電池ストリング 1 b 側に設けられる。電圧調整手段 2 は、第 2 の太陽電池ストリング 1 b から与えられる直流電力が最大となるように与えられる直流電圧を調整し、調整した直流電圧を昇圧して、昇圧した電圧を、接続箱 3 を介してパワーコンディショナ 4 に与える。

20

【0058】

一般に太陽電池素子にはシリコンを融かして再結晶させて、単結晶太陽電池素子や多結晶太陽電池素子とするものや、シリコンを非結晶状態で基板上に蒸着させるアモルファス太陽電池素子などがあり、本発明の太陽光発電装置 7 にはいずれの太陽電池素子を用いてもよい。前述の太陽電池素子は 1 つでは 0.5 V 程度の出力電圧しかないため、電力供給する負荷に適する出力電圧を得るために、複数の太陽電池素子を、例えば直列に接続して高い電圧が得られるようにする。この直列に接続された太陽電池素子群としたもの、または、太陽電池素子を複数枚集めて太陽電池モジュール 8 としたものを複数接続したものを太陽電池ストリングとする。

30

【0059】

電流を増加させるためには前記太陽電池ストリングを並列に接続すればよいが、各ストリングの出力電圧が異なるものを並列接続すると、後述するように最大出力電力点が各ストリングごとに異なった点に位置するので、システムとしての最大出力電力が得られない。そこで、並列接続される各太陽電池ストリングの出力電圧を揃えるようにすることが望ましい。

【0060】

また太陽電池ストリングは、パワーコンディショナ 4 が効率良く電力変換できる電圧および電流となるように、あらかじめ定められる標準数の太陽電池モジュール 8 が接続されることが望ましい。なお、本発明の実施の形態では、太陽電池素子が直列に接続されて、太陽電池ストリングを構成するが、太陽電池素子が直列および並列に接続されて、太陽電池ストリングが構成されてもよい。このように出力電圧を目的の電圧に合わせて、あらかじめ定められる標準数の素子が接続された第 1 の太陽電池ストリングを標準太陽電池ストリング 1 a と称する場合がある。

40

【0061】

このように出力電圧を目的の電圧に合わせた太陽電池ストリングを標準太陽電池ストリングと称する。この時、太陽電池素子の設置面積などの制限から複数の太陽電池ストリングの中に直列数の異なる太陽電池ストリング 1 b を配することもあり、これを非標準太陽電

50

池ストリング1bと称する場合がある。非標準太陽電池ストリング1bは、含まれる太陽電池素子の数が、標準太陽電池ストリング1aよりも多い場合と、少ない場合とがあり、発電能力が標準太陽電池ストリング1aに比べて大きい場合と、小さい場合とがある。

#### 【0062】

通常、1つの太陽電池ストリングの出力電圧が低下すると、電圧の低いストリングに他の高い電圧のストリングからの電流が回り込むのを阻止するため、各太陽電池ストリングの出力は逆流防止ダイオード31を介して並列接続される。非標準太陽電池ストリング1bの出力電圧が標準太陽電池ストリング1aよりも低い場合、非標準太陽電池ストリング1bをそのまま標準太陽電池ストリング1aと並列に接続すると、非標準太陽電池ストリング1bからの出力電力は電圧不足のため、出力として加算されなくなる。そこで電圧調整手段2により非標準太陽電池ストリング1bの出力電圧を標準太陽電池ストリング1aの出力電圧に合わせるようにする。

#### 【0063】

また、非標準太陽電池ストリング1bの出力電圧が標準太陽電池ストリング1aよりも高い場合は標準太陽電池ストリング1aの出力が加算されなくなるのを防止するため同様に電圧を合わせる。電圧調整手段2には昇圧型と降圧型、極性逆転型があり、主にインダクタンスとコンデンサを使用してスイッチング制御をするスイッチングレギュレータが好適である。

#### 【0064】

以上のようにして集められた電力はパワーコンディショナ4に与えられ、パワーコンディショナ4によって、直流電力を交流電力に変換して、電灯やモーター機器などの交流負荷5で利用可能となるように交流負荷5に同期した電圧および電流位相に変換する。例えば、電力変換の際に、交流負荷5で利用できるだけの独立電源としての電力供給の他に、保安機器などと電力変換機構を組み合わせて電力会社から送電される商用電力系統6と電力系統接続し、電力売買できるようにしてもよい。

#### 【0065】

なお、図1において、1つの第1の太陽電池ストリング1aと1つの第2の太陽電池ストリング1bのみが示されているが、さらに多くの太陽電池ストリングが含まれ得ることは言うまでもない。ただし、太陽光発電装置7は、標準太陽電池ストリング1aが複数含まれる場合は、ストリングごとの太陽電池素子の直列に接続される枚数は同数もしくは近似値、例えば±10%程度の許容度を満足することが望ましい。なお、非標準太陽電池ストリング1bが複数接続される場合は、非標準太陽電池ストリングごとの太陽電池素子の直列に接続される枚数は同数でなくてもよい。

#### 【0066】

図2は、太陽電池モジュール8を家屋に配置した状態を示す平面図である。図2に示すように、寄棟形状の家屋の屋根に太陽電池モジュール8を複数設置した場合、屋根面72および屋根面73の最大設置可能枚数である8枚の太陽電池モジュール8を直列に接続した太陽電池ストリングが標準太陽電池ストリング1aとなる。また、図2に示すように、屋根面71の標準太陽電池ストリング1aが配置された領域に対する残余の領域に配置される5枚の太陽電池モジュール8を直列に接続した太陽電池ストリングが非標準太陽電池ストリング1bとなる。

#### 【0067】

従来の太陽光発電装置では、最適な出力を得るべく同一直列数の太陽電池ストリングを並列していたので、屋根面71についても13枚分の太陽電池モジュール8の設置スペースがあるが、実際は8枚の太陽電池モジュール8を設置するにとどまっており、設置スペースを有効利用できなかった。本発明では、非標準太陽電池ストリング1bと電圧調整手段2とを有することによって、以下に詳述するように太陽電池モジュール8の設置スペースを有効に利用することができるだけでなく、太陽電池ストリングの動作出力を常に最大に維持することが可能となるので、屋根面71上には13枚の太陽電池を設置可能とでき、各太陽電池ストリングから最適な出力を得ることができる。

## 【0068】

図3は、標準および非標準太陽電池ストリングの出力特性を示すグラフである。図3(a)において発電能力が異なる2つの太陽電池ストリング1a、1bを並列接続した場合の出力電力の状態を説明する。図2の場合で説明すると、屋根面72、73は、8枚の標準太陽電池ストリング1aがそれぞれ配置される。また、屋根面71は13枚の太陽電池モジュール8が配置可能であって、8枚の太陽電池モジュール8を有する標準太陽電池ストリング1aと、5枚の太陽電池モジュール8を有する非標準太陽電池ストリング1bとが配置される。これを図1における標準太陽電池ストリング1a、非標準太陽電池ストリング1bとすると、出力電力曲線Lは標準太陽電池ストリング1aからの出力電力、出力電力曲線Sは非標準太陽電池ストリング1bからの出力電力を表わしている。出力電力曲線Lと出力電力曲線Sを並列接続によって加算すると、出力電力曲線(L+S)となる。各太陽電池ストリング1a、1bが発電しているその時々において最も出力が高い発電電力点である最大出力動作点は図3(a)に( $\alpha 2 + \beta 1$ )で表される。

## 【0069】

ところが、このような電圧の異なる標準太陽電池ストリング1aと、非標準太陽電池ストリング1bとを並列接続した場合の最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )における電力値P(1)は、非標準太陽電池ストリング1bの最大出力動作点 $\beta 1$ における電力値P(S)の2倍程度にしかない。したがって、標準太陽電池ストリング1aの最大出力動作点 $\alpha 1$ の電力値P(L)との加算にはならず、電力損失が生じることになる。

## 【0070】

また、出力電力曲線(L+S)には最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )の裾野に2番目の出力動作点 $\alpha 1$ が生じることになり、最大出力動作点( $\alpha 2 + \beta 1$ )と前記出力動作点 $\alpha 1$ との間に電力の谷間Dが生じるため、パワーコンディショナ4が、後述するMPPT制御(最大出力点追従制御)において、谷間Dを最大出力動作点の反対側の斜面と誤判断し、出力動作点 $\alpha 1$ を最大出力動作点として追従動作を行なう問題が生じる。このように従来の太陽光発電装置では、最大出力を得られないばかりか、図3(a)に示すように動作電圧が出力電力曲線Lの最大出力動作点 $\alpha 1$ から求められる場合は、標準太陽電池ストリング1aのみの電力P(L)しか利用できないという問題がある。

## 【0071】

一方、本発明の太陽光発電装置7における出力電力曲線を図3(b)を用いて説明する。出力電力曲線Lは標準太陽電池ストリング1aからの出力電力を表し、出力電力曲線Scは非標準太陽電池ストリング1bからの出力電圧を電圧調整手段2で昇圧した後の出力電力を表わしている。グラフからわかるように電圧調整手段2によって昇圧された非標準太陽電池ストリング1bの最大出力動作点 $\beta c 1$ の電圧値Vmは、標準太陽電池ストリング1aの最大出力動作点 $\alpha 1$ の最適電圧値V<sub>L</sub>と一致している。したがって各太陽電池ストリング1a、1bが並列接続された場合、出力電力曲線Lによって表される標準太陽電池ストリング1aからの出力電力と出力電力曲線Scによって表される非標準太陽電池ストリング1bからの出力電力をと合算すれば、出力電力曲線Lと出力電力曲線Scの最大値が足し合わされた最大出力電力曲線(L+Sc)を得ることができる。これによって最大出力動作点( $\alpha 1 + \beta c 1$ )の裾野には2番目の出力動作点が生じることがなく、また、各太陽電池ストリング1a、1bを並列接続した場合の最大出力動作点( $\alpha 1 + \beta c 1$ )の電力値P(2)は、非標準太陽電池ストリング1bの電力値P(Sc)と標準太陽電池ストリング1aの出力動作点 $\alpha 1$ の電力値P(L)との加算とすることができるので電力損失が少ない。また、パワーコンディショナ4が、最大出力電力点( $\alpha 1 + \beta c 1$ )を容易に検知することが可能となる。

## 【0072】

このように、本発明による太陽光発電装置7においては、電圧調整手段2を標準太陽電池ストリング1aと逆流防止ダイオード31との間に設けることによって、出力電圧の異なる太陽電池ストリングを、単に並列接続した場合に比べて、より高い最大出力電力値P(2)を得ることができ、その最大出力電力をパワーコンディショナ4に与えることができ

る。また、このような電圧調整手段 2 は非標準太陽電池ストリング 1 b と接続箱 3 とを電氣的に接続する経路に対して、容易に着脱可能である。例えば、太陽電池モジュール 8 などの増設により、非標準太陽電池ストリング 1 b を標準太陽電池ストリング 1 a に変更することができる場合には、電圧調整手段 2 を取り外すことができる。

#### 【0073】

次に、電圧調整手段 2 について説明する。図 4 は、電圧調整手段 2 の詳細を示すブロック図である。図 4 に示すように、電圧調整手段 2 は、外部からのサージ電圧や静電気から回路を保護する入力 EMI（電波雑音干渉）フィルタ 2 1、および出力 EMI フィルタ 2 5、非標準太陽電池ストリング 1 b の出力電力から電圧調整手段全体を駆動させる電源を得るための電源部 2 2、入力側および出力側の電圧状態を検出するとともに、非標準太陽電池ストリング 1 b の最大出力動作点  $\beta 1$  を検出する制御部 2 3、制御部 2 3 によって制御され非標準太陽電池ストリング 1 b から出力される直流電圧を昇圧する昇圧部 2 4 とを含んで構成されている。

#### 【0074】

次に図 4 に示した電圧調整手段 2 の昇圧制御動作について説明する。図 5 は、図 4 の制御部 2 3 の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

#### 【0075】

まず、制御部 2 3 は、ステップ a 0 で、電源部 2 2 から駆動用電圧が与えられて、昇圧部 2 4 を制御可能な状態となると、ステップ a 1 に進み、昇圧制御動作を開始する。ステップ a 1 では、制御部 2 3 は、最大電力追従制御する。すなわち、制御部 2 3 は、昇圧比を変更して非標準太陽電池ストリング 1 b から出力される直流電流を増減して、その直流電圧を変化させる。そして、ステップ a 2 に進む。ステップ a 2 では、変化時の非標準太陽電池ストリング 1 b から出力される直流電力を順次計測する。そして、直流電流が最大となる動作点を検出する。すなわち、図 3 (a) に示すような、非標準太陽電池ストリング 1 b から出力される電力が最大となる最適電圧値  $V_s$  を検出し、ステップ a 3 に進む。ステップ a 3 では、動作を終了する。

#### 【0076】

太陽電池ストリングは、日射量の変化とともに短絡電流が変化し、温度の変化とともに開放電圧が変化する。したがって太陽電池ストリングから出力される直流電力が時々刻々変動するので、常に最大電力となる動作点を検出する必要がある。その動作は例えば、次のように行われる。

#### 【0077】

例えば、制御部 2 3 は、集積回路などによって実現される演算回路（不図示）を有する。演算回路は、非標準太陽電池ストリング 1 b から出力されて与えられる直流電圧と直流電流とを検出し、その直流電力を演算する。次に、演算回路は、非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる直流電圧を、1 ステップ分となるあらかじめ定める電圧値を変化させるようにし、その時の直流電力を再び演算する。例えば、演算回路は、検出開始時に微小な出力電流が非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられるように設定する。演算回路は、現在の直流電力と前回の直流電力とを比較し、現在の直流電力が前回の直流電力に対して増加傾向にあるときは、現在の直流電圧をさらに 1 ステップ分低くなるように、非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる直流電圧を低下させる。また現在の直流電力が、前回の直流電力に対して減少傾向にあるときは、現在の直流電圧をさらに 1 ステップ分高くなるように、非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる直流電圧を上昇させる。

#### 【0078】

このような動作を繰り返し行い、与えられる直流電力が最大となる電圧と電流を自動的に検出する。この動作が常時行われているために、太陽光が雲などで遮られたり、天候が変化したりする場合であっても、非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる電力を最大点で動作させるべく、自動的に追従させることができる。このようにして非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる電力が最大となる最適電圧値  $V_s$  を求める。

#### 【0079】



パワーコンディショナ4によって、電圧調整手段2の負荷は、標準太陽電池ストリング1 aから出力される電力が最大となる電圧に調整されている。例えば、パワーコンディショナ4に標準太陽電池ストリング1 aから与えられる電圧が300 Vに設定されている場合、電圧調整手段2から出力される電圧が300 V以上であっても、300 Vに引き下げられた電圧が電圧調整手段2からパワーコンディショナ4に与えられる。

#### 【0080】

このように電圧調整手段2から出力される電圧が引き下げられることによって、非標準太陽電池ストリング1 bから電圧調整手段2に与えられる直流電圧もまた変化する。電圧調整手段2はMPPT制御によって、この変化した直流電圧に基づいて最大電力が与えられるように、非標準太陽電池ストリング1 bから与えられる直流電圧を変更して設定し直す。これによって、電圧調整手段2は、パワーコンディショナ4の変換電圧値 $V_m$ で出力した上で、最大となる電力が非標準太陽電池ストリング1 bから与えられるように、非標準太陽電池ストリング1 bから与えられる入力電圧を設定することができる。

#### 【0081】

パワーコンディショナ4は、例えばトランスレス方式が用いられ、昇圧チョップ回路とPMWインバータ回路と、制御回路とを含んで実現される。標準太陽電池ストリング1 aから与えられる直流電力および電圧調整手段2から与えられる直流電力は、接続箱3で合計される。その合計電力がパワーコンディショナ4に与えられる。昇圧チョップ回路は、接続箱3から直流電圧が与えられ、与えられた直流電圧を昇圧して、インバータ回路に与える。インバータ回路は、与えられた直流電圧を交流電圧に変換し、変換した交流電圧を出力する。また、制御回路は、最大電力追従制御を行い、接続箱3から与えられる電力が最大となる変換電圧値 $V_m$ となるように、パワーコンディショナ4から出力される出力電流を調整する。またパワーコンディショナ4は、変換電圧値 $V_m$ の増減に応じて、与えられる直流電力を交流電力に変換するようにインバータ回路をPWM制御する。その結果、パワーコンディショナ4から出力される出力電流を変化させて、接続箱3から与えられる電力が最大となる動作点を検出する。

#### 【0082】

このようなパワーコンディショナは、本発明の一例示であって、最大電力追従制御を行うとともに、直流を交流に変換可能な機能を有すれば、他の構成であってもよい。

#### 【0083】

ところで、非標準太陽電池ストリング1 bよりも、標準太陽電池ストリング1 aから先に、接続箱3を介して電圧が与えられると、パワーコンディショナ4は、標準太陽電池ストリング1 aの最適電圧値 $V_L$ が、パワーコンディショナ4に与えられるように調整する。すなわち変換電圧値 $V_m$ が標準太陽電池ストリング1 aの最適電圧値 $V_L$ と一致する。

#### 【0084】

この状態で、非標準太陽電池ストリング1 bから接続箱3を介して電圧が与えられる場合、電圧調整手段2によって、非標準太陽電池ストリング1 bの最適電圧値 $V_s$ が変換電圧値 $V_m$ と等しくなるように昇圧された直流電圧が、パワーコンディショナ4に与えられる。変換電圧値 $V_m$ は、標準太陽電池ストリング1 aの最適電圧値 $V_L$ と同じであるので、パワーコンディショナ4には、標準太陽電池ストリング1 aの最適電圧値 $V_L$ と非標準太陽電池ストリング1 bの最適電圧値 $V_s$ が標準太陽電池ストリング1 aの電圧まで昇圧された電圧とがともに与えられる。すなわちパワーコンディショナ4は、図3 (b) に示す最大直流電力 $P(2)$ で、交流電力に変換することができる。

#### 【0085】

このように、電圧調整手段2は、制御部23により太陽電池のその時々最大出力となる動作点を検出・追従して発電効率を向上させるMPPT制御を行ない、接続される非標準太陽電池ストリング1 bの最大出力動作点 $\beta 1$ で動作することが可能であり、よって接続される非標準太陽電池ストリング1 bの最大出力電力を得ることができる。

#### 【0086】

また、電圧調整手段2の出力側の電圧はフリー、すなわち出力電圧が制御不要となり、パ

ワーコンディショナ4の制御電圧である標準太陽電池ストリング1aの出力電圧と等しくなる。このようにして決定される非標準太陽電池ストリング1bから与えられる入力電圧と、その入力電圧を昇圧してパワーコンディショナ4に与える出力電圧との比である昇圧比は自動的に調整されることとなる。すなわち設置時の昇圧比の設定が不要であり、設置工数の削減が可能で、なおかつ誤設定による動作不良を無くすることができる。

#### 【0087】

なお、太陽電池ストリングごとの設置方位が異なるような場合、太陽電池ストリングによって構成される太陽電池モジュールへの日射条件およびモジュール温度条件の違いから、各太陽電池ストリングとしての最大出力を得るための動作点には差が生じることがある。しかしながら、電圧調整手段2のMPPT制御機能により、各太陽電池ストリングの最大出力動作点を一致させ、その最大出力動作点で動作が可能となるため真の最大出力電力、すなわち太陽電池の出力特性においてズレのない最大電力を得ることができるので、出力電力の損失を少なくしてより高い出力電力を得ることができるので、出力電力の損失を少なくして、より高い出力電力を得ることができる。

#### 【0088】

また、電圧調整手段2自身に接続されている非標準太陽電池ストリング1bからのエネルギーをその駆動エネルギーとして利用することによって、電圧調整手段2は非標準太陽電池ストリング1bが動作する昼間の間だけそれと同時に動作し、夜間においては自動的に停止されることになり、余計な電力消費が生じないようにすることができる。

#### 【0089】

パワーコンディショナ4および電圧調整手段2の各制御におけるフィードバックの時間は、任意に設定することができ、例えば数秒～数十秒となるようにプログラミングされる。これによって、日射量や温度が変化した場合であっても、各太陽電池ストリングの最大電力で交流電力に変換することができる。

#### 【0090】

また必要な電力が大きい場合、パワーコンディショナ4を並列に接続する場合がある。例えば、パワーコンディショナ4の最大出力が5kWである場合、6kWの出力電圧を得るためには、5kWの電力を出力可能な第1のパワーコンディショナ4と1kWの電力を出力可能な第2のパワーコンディショナ4とが並列に接続される。または3kWの電力を出力可能な第1のパワーコンディショナ4と3kWの電力を出力可能な第2のパワーコンディショナ4とが並列に接続されてもよい。

#### 【0091】

パワーコンディショナ4は、最適出力に調整した出力電圧およびその位相を商用電源に合わせて系統連系させる機能を有する。各パワーコンディショナ同士が並列に接続される場合であって、パワーコンディショナ4の入力側に、それぞれ異なる発電能力を有する太陽電池ストリングが接続される場合には、前記電圧調整手段2が設けられることによって、より発電能力を大きくすることができる。

#### 【0092】

次に、本発明の他の実施形態の太陽光発電装置を図6に示す。図6(a)はそのブロック図であり、図6(b)はこの太陽光発電装置の制御部の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

#### 【0093】

図6(a)に示す太陽光発電装置60は、図1に示される太陽光発電装置7に対して、その非標準太陽電池ストリング1bに対応する接続箱3内の逆流防止ダイオード31を削除し、電圧調整手段2a出力側に逆流防止ダイオードを設けるようにしたものである。これにより、電圧調整手段2aにて標準太陽電池ストリング1aの入出力電圧を監視できるので、この電圧情報を利用し、太陽光発電装置の起動前に、非標準太陽電池ストリング1bの開放電圧を電圧調整手段2aの入力側にて監視し、一方、標準太陽電池ストリング1aの開放電圧を電圧調整手段2aの出力側にて監視することによって、入出力の電圧に基づいて昇圧比を設定することが可能となる。他の構成については、図1に示す太陽光発電装

置7と同様であり、同様の構成については説明を省略する。

【0094】

図6 (b) に示す、太陽光発電装置60の制御部23は次の通りである。

【0095】

まず、ステップb0～ステップb1で、前述するステップa0と同じ動作を行い、ステップb1に進む。ステップb1では、非標準太陽電池ストリング1bから与えられる電圧を検出する。言い換えると、電圧調整手段2aよりも非標準太陽電池ストリング1b側の接続経路の電圧を検出する。そしてステップb2に進む。

【0096】

ステップb2では、電圧調整手段2aに設けられる逆流防止ダイオード31よりも接続箱3側の接続経路の電圧を検出する。この電圧は、変換電圧値 $V_m$ であり、パワーコンディショナ4によって標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ に調整されている。このようにして制御部23は、標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ と、非標準太陽電池ストリング1bの最適電圧値 $V_s$ とを取得し、ステップb3に進む。

【0097】

ステップb3では、標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ を非標準太陽電池ストリング1bの最適電圧値 $V_s$ で除した値である昇圧比を決定する。次に、非標準太陽電池ストリング1bから与えられる直流電圧を、ステップb3で求めた昇圧比にしたがって昇圧して、標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ に変換して、ステップb4に進み、昇圧制御動作を終了する。

20

【0098】

このようにMPPT制御を行うことなく、非標準太陽電池ストリング1bから与えられる電圧を、最適な昇圧比で昇圧して、標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ に近づくように、電圧調整手段2aからパワーコンディショナ4に与える電圧を調整してもよい。

【0099】

また、接続箱3に逆流防止ダイオードが設けられる場合、制御部23は、MPPT動作を行うことなく、昇圧比を変化させながら、昇圧部24から電流が接続箱3に流れたか否かを検出してもよい。そして電流が流れるまで、昇圧比を変化させる。昇圧部24から接続箱3に電流が流れた場合には、昇圧されて昇圧部24から出力される電圧と、標準太陽電池ストリング1aから出力される最適電圧値 $V_L$ とが等しくなる。このように非標準太陽電池ストリング1bの電圧を昇圧して、パワーコンディショナ4に与えてもよい。

30

【0100】

図7に、本発明のさらに他の実施の形態の太陽光発電装置を示す。図7 (a) はそのブロック図であり、図7 (b) は制御部の昇圧動作を示すフローチャートである。図7に示す太陽光発電装置61は、図1に示される太陽光発電装置7に対して、その非標準太陽電池ストリング1bに対応する接続箱3の逆流防止ダイオード31を削除したものである。他の構成については、図1に示す太陽光発電装置7と同様であり、同様の構成については説明を省略する。図7に示す太陽光発電装置61の電圧調整手段2cの入力側は、制御部23により昇圧部24を駆動して非標準太陽電池ストリング1bのその時々最大出力となる最大出力動作点 $\beta$ 1を検出・追従することで発電効率を向上させるMPPT制御を行なうようにした点が図1と異なっている。

40

【0101】

このように、太陽光発電装置61では、電圧調整手段2cをMPPT制御の機構を備えていることから、接続される非標準太陽電池ストリング1bの最大出力動作点 $\beta$ 1で動作することが可能であり、よって接続される非標準太陽電池ストリング1bの最大出力電力 $P(S)$ を得ることができる。この最大出力電力 $P(S)$ となる最適電圧値 $V_s$ を昇圧部24で、昇圧するのであるが、標準太陽電池ストリング1aと非標準太陽電池ストリング1bとを並列接続すると、最初、出力電圧の上限が規定されていない非標準太陽電池ストリング1bの電圧が250Vあったとしても、太陽電池容量の少ない、すなわち昇圧する必

50

要がある非標準太陽電池ストリング1 bの出力電圧は、標準太陽電池ストリング1 aの出力電圧が200Vであったとすると、その電力容量に引かれて、ほぼそれに近い電圧まで下降する。よって、電圧調整手段2 cの昇圧部2 4の出力は監視する必要がなく、電圧調整手段2 cの出力側の電圧はフリー、すなわち出力電圧が制御不要となり、パワーコンディショナ4の制御電圧である標準太陽電池ストリング1 aの最適電圧値 $V_L$ と等しくなる。

#### 【0102】

このようにして決定される非標準太陽電池ストリング1 bから電圧調整手段2 cに与えられる入力電圧と、電圧調整手段2 cの出力側の電圧となる出力電圧とにより昇圧比は自動的に調整されることとなる。すなわち設置時に作業者が昇圧比の設定が不要であり、設置工数の削減が可能で、なおかつ誤設定による動作不良を無くすることができる。ただし、パワーコンディショナ4には、最適動作電圧範囲と呼ばれる効率のよい範囲が設定されていることが多く、この範囲を超えると機器を破損する場合もあるため、昇圧部2 4の出力電圧があらかじめ定める範囲を越えないよう制御部2 3で出力側の電圧監視を行なうのが一般的である。

#### 【0103】

図8は、図7に示した太陽光発電装置6 1の動作を説明するためのグラフである。朝などの太陽光発電装置6 1の起動時に、標準太陽電池ストリング1 aよりも先に非標準太陽電池ストリング1 bが発電を開始した場合、図8 (a)に示すように、非標準太陽電池ストリング1 bの方が標準太陽電池ストリング1 aに比べて最大出力電力 $P(S)$ が大きくなる。電圧調整手段2 cは、非標準太陽電池ストリング1 bの電圧を昇圧してパワーコンディショナ4に供給する。

#### 【0104】

さらに、日照の状態が図8 (a)の状態から図8 (b)に進んだとき、パワーコンディショナ4は標準太陽電池ストリング1 aからの発電電力が、まだ負荷側へ供給できる程でないため起動していないような場合には、負荷への電力を供給することができないにも関わらず、電圧調整手段2 cの出力電圧は電圧調整手段のMPPT動作によって、標準太陽電池ストリング1 aの開放電圧値 $V_{Lmax}$ を超えてもまだ上昇し続けてしまう可能性がある。この状態で図8 (c)に示すように標準太陽電池ストリング1 aからの発電電力が負荷側へ供給できる程に上昇した場合、パワーコンディショナ4が起動しMPPT動作を開始すると、その時点の電圧調整手段2 cから与えられる入力電圧値 $V_{sc}$ 付近を、パワーコンディショナ4は最大出力動作点 $\beta c 1$ として誤設定してしまい、以後は標準太陽電池ストリング1 aの最大出力動作点 $\alpha 1$ における電力が、先に誤設定した最大出力動作点 $\beta c 1$ における電力よりも高くなっても、誤設定した最大出力動作点 $\beta c 1$ で安定して動作をしてしまう状態が発生する可能性があり、この時、標準太陽電池ストリング1 aの発電電力は系統連系されないため、太陽光発電装置としての発電損失が極めて大きい状態で動作することとなる。

#### 【0105】

そうした状況を解消するために、本実施の形態では、電圧調整手段2 cで昇圧動作を開始する前に標準太陽電池ストリング1 aの開放電圧値 $V_{Lmax}$ を電圧調整手段2 cの出力側で検出し、その電圧を超えないように昇圧動作を制御するようにする。

#### 【0106】

具体的な方法として、昇圧動作開始前に標準太陽電池ストリング1 aの電圧を検出して制御部2 3などに記憶し、昇圧部2 4の昇圧上限電圧を設定する。昇圧上限電圧を決める際の標準太陽電池ストリング1 aの電圧は、工場出荷時などにあらかじめ記憶させてあってもよいし、前日の出力を参考にしてもよい。また、定期的にサンプリングしながら昇圧上限電圧を徐々に上昇させるようにしてもよい。昇圧部2 4の出力電圧が昇圧上限電圧を超えた場合、入力側のMPPT制御を停止し、先に定めた昇圧上限電圧以下の電圧で電圧を固定する出力電圧一定制御に切り替えることで電圧上昇を標準太陽電池ストリング1 aの電圧以下に抑えることができる。その後、標準太陽電池ストリング1 aの出力

電圧が昇圧上限電圧以上に上昇したところで、昇圧部 24 の制御を入力側の M P P T 制御に戻すことで自動昇圧機能を有する電圧調整手段 2 c を使用した際に発電損失の少ない最適な制御を行うことができる。

【0107】

図 7 (b) は、図 7 に示す太陽光発電装置 61 の制御部 23 の昇圧動作を示すフローチャートである。まず制御部 23 は、ステップ c 0 で、電源部 22 から駆動用電圧が与えられて、昇圧部 24 を制御可能な状態になると、ステップ c 1 に進み、昇圧制御動作を開始する。

【0108】

ステップ c 1 では、昇圧部 24 を昇圧する前に、標準太陽電池ストリング 1 a の出力電圧 10 を検出して記憶し、ステップ c 2 に進む。ステップ c 2 では、検出した標準太陽電池ストリング 1 a の出力に基づいて昇圧部 24 の昇圧上限電圧を設定し、ステップ c 3 に進む。

【0109】

ステップ c 3 では、前述したステップ a 1 と同様に制御部 23 が M P P T 制御し、非標準太陽電池ストリング 1 b から出力される電力が最大となる最適電圧値  $V_s$  を検出し、ステップ c 4 に進む。ステップ c 4 では、非標準太陽電池ストリング 1 b から与えられる電圧を最適電圧値  $V_s$  に保った状態で、その直流電圧を昇圧して出力するように昇圧部 24 を制御し、ステップ c 5 に進む。

【0110】

ステップ c 5 では、昇圧部 24 によって昇圧された電圧が、ステップ c 2 で設定した昇圧 20 上限値を超えるか否かで判定し、昇圧上限値を超える場合には、ステップ c 6 に進んで昇圧動作を停止し、ステップ c 1 に戻る。

【0111】

またステップ c 5 で、昇圧部 24 によって昇圧された電圧が昇圧上限値を超えていない場合は、ステップ c 7 に進む。ステップ c 7 では、標準太陽電池ストリング 1 a の電力が規定値以上であるか否かを判定し、規定値以上でない場合には、ステップ c 1 に戻る。また規定値以上である場合には、ステップ c 8 に進み、昇圧動作を継続し、ステップ c 9 に進んで昇圧制御動作を終了する。

【0112】

また図 6 に示すような電圧調整手段 2 a に逆流防止ダイオードを内蔵した構成において同 30 様の制御を行うことによって同様の効果を得ることができる。

【0113】

一方、図 1 に示すように全ての太陽電池ストリング 1 a、1 b に逆流防止ダイオード 3 1 が設けられた接続箱 3 を使用した場合、逆流防止ダイオード 3 1 によって非標準太陽電池ストリング 1 b 側と標準太陽電池ストリング 1 a 側の電圧が切り離されるため、電圧調整手段 2 は、昇圧開始前に標準太陽電池ストリング 1 a の電圧を検出することができない。このような場合には、あらかじめ制御部 23 にパワーコンディショナなどの機器を破損させない程度の昇圧電圧の上限を設定しておき、昇圧電圧の上限を超えた場合には一定時間 (例えば 5 分程度) 昇圧動作を停止することで昇圧部 24 の電圧上昇を制限する。これにより、標準太陽電池ストリング 1 a が発電を開始し、パワーコンディショナ 4 が発電を開始するまで昇圧部 24 は先の動作を繰り返すようになる。 40

【0114】

図 9 は、図 1 に示す太陽光発電装置の制御部 23 の他の昇圧動作を示すフローチャートである。制御部 23 は、ステップ a 0 ～ステップ a 2 と同様の動作をステップ d 0 ～ステップ d 2 で行い、ステップ d 3 に進む。ステップ d 3 では、あらかじめ定められる昇圧上限値を超えるか否かを判定し、昇圧上限値を超えない場合には、ステップ d 1 に戻る。またステップ d 3 で、昇圧上限値を超える場合には、ステップ d 4 に進む、あらかじめ定められる時間停止し、昇圧制御動作を終了する。

【0115】

このような自動昇圧機能を使用した太陽光発電装置では、標準太陽電池ストリング 1 a が 50

発電していない状態で、非標準太陽電池ストリング1 bと電圧調整手段2 cとからなる非標準太陽電池ストリング系統USが単独で動作しないように制御することができ、パワーコンディショナ4が最適な制御電圧で制御を行なうことが可能となる。

#### 【0116】

なお、非標準太陽電池ストリング系統USの単独動作を防止する制御を行った場合、非標準太陽電池ストリング系統USが先に発電を開始してもパワーコンディショナ4が運転を開始しないため、その発電分が利用できないこととなるが、日常の起動時（朝など）は日射が低い状態であり、またパワーコンディショナ4の起動電力も十分に低いため、単独動作を防止することによる電力ロスは極めて低く問題にはならない。また、標準太陽電池ストリング1 aよりも非標準太陽電池ストリング1 bが先に動くことによってパワーコンディショナ側のMPP T機構が最大出力動作点を誤認識する問題については後述する電圧変動の検出による制御と組み合わせることで対応が可能となる。

#### 【0117】

また、単独動作を防止するために電圧変動を検出する方法として以下のような方法を用いてもよい。パワーコンディショナ4が起動していない状態で発生する電圧調整手段2 cの出力側、すなわち電力変換手段に与えられる電圧の電圧上昇率( $\Delta V/\Delta T$ )を検出し、電圧上昇率があらかじめ設定した時間内（例えば1秒）にどのくらいの値となるかを検出し、上昇した電圧がパワーコンディショナ4が起動する瞬間に生ずる電圧調整手段2 cの出力側でどれだけ電圧変動、例えば電圧低下が生じたかを検出、比較することで、その時点でパワーコンディショナが認識した最大出力動作点が標準太陽電池ストリング1 aに起因するの、非標準太陽電池ストリング1 bに起因するのかを判断する。

#### 【0118】

具体的には非標準太陽電池ストリング1 bではパワーコンディショナ起動前、すなわち無負荷状態では電圧上昇が短時間（例えば数秒）に起こるが、これは電圧調整手段2 cによって電流を電圧に変換している性質上、パワーコンディショナ4が起動して負荷がかかる急速に（例えば数秒）電圧低下を起こすことに起因する。この2つの条件を組み合わせることにより、曇から太陽が出た時のように標準太陽電池ストリング1 aの出力電圧が短時間で電圧上昇を起こしたときなどと誤認識することがない。そして誤認識させないための制御としては非標準太陽電池ストリング系統USが標準太陽電池ストリング1 aよりも先にパワーコンディショナの最大出力動作点の判定に使われないように、その単独動作を検出し、一定時間昇圧操作を停止する制御としてもよい。

#### 【0119】

図10は、各制御部のさらに他の昇圧制御動作を示すフローチャートである。まず制御部23は、ステップe0で、前述するステップa0と同様の動作を行い、ステップe1に進み、昇圧制御動作を開始する。

#### 【0120】

ステップe1では、パワーコンディショナ4の起動停止を検出し、ステップe2に進む。ステップe2では、電圧調整手段から出力される電圧の上昇率を演算し、ステップe3に進む。ステップe3では、上昇した電圧値について、パワーコンディショナ4が起動前後で生じる電圧変動を検出し、パワーコンディショナ4が認識した動作点が、標準太陽電池ストリング1 aに起因するの、非標準太陽電池ストリング1 bに起因するのかを判断し、ステップe4に進む。

#### 【0121】

ステップe4では、パワーコンディショナ4の動作点が標準太陽電池ストリング1 aに起因する場合は、ステップe5に進み、そうでない場合にはステップe6に進む。ステップe5では、図5、6、7、9に示すような昇圧制御動作を実行し、ステップe7に進み、動作を終了する。またステップe6では、昇圧動作を停止し、ステップe7に進み、動作を終了する。

#### 【0122】

このような非標準太陽電池ストリング系統USの単独動作防止による制御は、先の実施形



態の太陽光発電装置においても可能である。なお、本検出を行なうには、非標準太陽電池ストリング1bが、標準太陽電池ストリング1aよりも電力容量が少ないものとする。かくして、電圧調整手段2の出力電圧が標準太陽電池ストリング1aの出力電圧よりも高い状態で動作することが無くなり、発電損失の少ない太陽光発電装置として適切な状態で動作させることができる。

#### 【0123】

以上、電圧調整手段2を非標準太陽電池ストリング1bに設け、昇圧によって出力電圧を標準太陽電池ストリング1aに合わせる例について詳述したが、非標準太陽電池ストリング1bが標準太陽電池ストリング1aよりも高い電圧である構成において、非標準太陽電池ストリング1bの出力電圧を電圧調整手段2により降圧して標準太陽電池ストリング1aの出力電圧に合わせるようにする場合においても同様の効果が得られることは言うまでもない。

#### 【0124】

この場合、例えば図2に示すような29枚の太陽電池モジュール8を配置可能な寄棟形状の屋根において、電圧調整手段2を昇圧型とするストリングの場合は図11にブロック図を示すように8枚の太陽電池モジュール8を有する3つの標準太陽電池ストリング1aと、5枚の太陽電池モジュール8を有する1つの非標準太陽電池ストリング1bとで構成される。

#### 【0125】

これに対して、電圧調整手段2を降圧型とする場合は、図12(a)にブロック図を示すように8枚の太陽電池モジュール8を有する2つの標準太陽電池ストリング1aと、13枚の太陽電池モジュール8を有する1つの非標準太陽電池ストリング1bとで構成される。この例の場合では降圧式の方が昇圧式に比べて配線数を少なくできる。そしてどちらの方法であっても得られる出力電力値はほぼ同じであるので、設置枚数と出力電圧の組合せによって太陽電池モジュール8の直列・並列数や配線の数、昇圧型と降圧型を選択するようになれば、配線の効率化、引き回し本数の削減が図れる。

#### 【0126】

図12(b)は、図12(a)で示した降圧型の電圧調整手段2bの詳細を示すブロック図である。降圧型の場合は、図4に示す昇圧型の電圧調整手段2の昇圧部24に代えて、降圧部24bが設けられる。降圧部24bは、例えば降圧チョッパ回路によって実現される。降圧部24bは、前述したような昇圧部24が昇圧動作するのに対応して、与えられる電圧に対して降圧動作をする。

#### 【0127】

電圧調整手段2bに逆流防止ダイオード31が内蔵されない場合は、まずあらかじめ定められるパワーコンディショナ4の起動電圧よりも低い電圧で、降圧出力する。次に降圧部24bから接続箱3に向かって電流が流れなければ、徐々に電圧を上げて出力する。そして降圧部24bから出力される電圧が、パワーコンディショナ4の起動電圧以上になったら、最大の電流が出力できるように、出力電圧を降圧制御し、MPPT制御する。

#### 【0128】

また降圧部24bに逆流防止ダイオード31が内蔵される場合は、図6(b)に示すフローチャートとほぼ同様であって、標準太陽電池ストリング1aの最適電圧値 $V_L$ から、非標準太陽電池ストリング1bの最適電圧値 $V_S$ を除算した降圧比を決定して、降圧比に基づいて、降圧動作を行う。

#### 【0129】

また電圧調整手段は、昇圧部および降圧部を備えていても良い。図13に、降圧および昇圧可能な電圧調整手段を用いた太陽光発電装置を示す。図13(a)は、降圧および昇圧可能な電圧調整手段2dの詳細を示すブロック図であり、図13(b)はその電圧調整手段の制御部の動作を示すフローチャートである。

#### 【0130】

図13(a)に示すように、電圧調整手段2dが、昇圧部24および降圧部24bを有す

る場合、制御部 23 は、昇降圧自動切換え回路を有する。この場合、電圧調整手段 2d は昇圧・降圧の両方の方法で電圧調整が可能な DC-DC 変換装置とし、非標準太陽電池ストリング 1b の出力電圧を監視するとともに、逆流防止ダイオード 31 の出力側から外部の標準太陽電池ストリング 1a の出力電圧も監視する。電圧調整手段 2d は非標準太陽電池ストリング 1b の出力電圧が標準太陽電池ストリング 1a の出力電圧よりも高ければ降圧型電圧調整回路である降圧部 24b、低ければ昇圧型電圧調整回路である昇圧部 24 が作動するよう制御部 23 が制御方法を切り替える。

#### 【0131】

図 13 (b) に示すように、制御部 23 は、ステップ f0 ～ステップ f1 で、前述したステップ a0 ～ステップ a2 と同じ動作を行い、ステップ f2 に進む。

10

#### 【0132】

ステップ f2 では、非標準太陽電池ストリング 1b から出力される電圧が最適電圧値  $V_s$  となるように、非標準太陽電池ストリング 1b の電圧を昇圧または降圧し、ステップ f3 に進む。ステップ f3 では、昇圧・降圧制御動作を終了する。このように前記標準太陽電池ストリング 1a と非標準太陽電池ストリング 1b の出力電圧を比較することによって、いずれかの電圧調整方法が選択される。

#### 【0133】

さらに朝夕などの一部の時間帯に影になる、日射が悪いなどの出力低下が生じる場所へ設置された太陽電池ストリングにおいて、通常は降圧による電圧調整が行なわれるが、対象時間帯のみ昇圧による電圧調整を行ない、降圧型電圧調整のみでは発電に寄与できない太陽電池ストリングの出力電力が取り出せるようにすることも可能であり、発電電力量の向上だけでなく、従来は太陽電池ストリングの設置条件を満足できなかった場所も含めた設置ができるようになる。

20

#### 【0134】

なお、本発明の実施形態は上述の例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることはもちろんである。

#### 【0135】

##### 【発明の効果】

本発明の請求項 1 にかかる太陽光発電装置は、複数の太陽電池モジュールが直列接続された複数の太陽電池ストリングを、接続箱を介して商用電力系統に系統連系させる太陽光発電装置において、発電能力が異なる第 1 の太陽電池ストリングと第 2 の太陽電池ストリングとを含む場合であっても、太陽光発電装置を商用電力系統に系統連系させることができる。

30

#### 【0136】

また、本発明の請求項 2 にかかる太陽光発電装置は、本発明の請求項 1 にかかる太陽光発電装置について、前記電圧調整手段は、前記第 2 の太陽電池ストリングの最大電力となる電圧に基づいて電圧調整するようにしたので、各太陽電池ストリングからの最大出力電力の和を最大出力電力として利用することが可能となる。

#### 【0137】

そして、入力電圧と出力電圧とに基づいて昇圧比が自動的に調整されるので、設置時の昇圧比の設定が不要となり、施工工数が削減される。また、誤設定による動作不良がないので、施工時に設定が誤って行われていないかを検査・管理する必要がなく、検査結果の収集・記録・管理や、それを施工業者に徹底させるための労力が不要となる。

40

#### 【0138】

さらに、電圧調整手段の MPP T 制御機能により、太陽電池ストリングの設置条件の違い、例えば太陽電池ストリングごとに日照量が異なる場合などに各太陽電池ストリングの最大出力動作点に差が生じている場合であっても、真の最大出力電力を得ることができる優れた太陽光発電装置を提供できる。

#### 【0139】

また、本発明の請求項 3 にかかる太陽光発電装置によれば、自動昇圧機能を有する電圧調

50

整手段によって、電力変換手段が第1の太陽電池ストリングの動作電圧よりも高い電圧を動作電圧と誤認する問題を解消することができ、電力変換手段が最適な制御電圧で、発電損失を発生させない最適な制御を行うことができる。

【0140】

また本発明の請求項4にかかる太陽光発電装置によれば、請求項3にかかる太陽光発電装置について、第2の太陽電池ストリングが第1の太陽電池ストリングよりも先に発電を開始したときに、前記昇圧手段は、昇圧動作を停止し、前記第1の太陽電池ストリングによって前記電力変換手段が起動するようにしたので、第1の太陽電池ストリングの出力電圧、または電力変換手段が電力変換する場合の変換電圧である制御電圧を電圧調整手段が検知できない場合においても、第1の太陽電池ストリングが発電していない状態では第2の太陽電池ストリングが単独で動作し、電圧調整手段によって電力変換手段が第1の太陽電池ストリングの動作電圧よりも高い電圧を動作電圧と誤認しないように制御することができ、電力変換手段が最適な制御電圧で制御を行なうことが可能な優れた太陽光発電装置を提供できる。

【0141】

また、本発明の請求項5にかかる太陽光発電装置によれば、電力変換手段が、与えられる直流電圧を調整し、与えられる直流電力が最大となる変換電圧値 $V_m$ で、直流電力を交流電力に変換することができ、第1および第2の太陽電池ストリングから出力される直流電力を電力変換手段に直接与える場合に比べて、電力変換手段に与えられる最大直流電力を大きくすることができる。したがって、第1の太陽電池ストリングおよび第2の太陽電池ストリングの発電状態が異なる場合、例えば各ストリングに含まれる太陽電池モジュールの数が異なる場合であっても、太陽光発電装置の発電能力を高めることができる。

【0142】

そして、本発明の請求項6にかかる太陽光発電装置によれば、電圧調整手段が、MPPPT制御機能を有するので、第2の太陽電池ストリングの最適電圧が電圧調整手段に与えられるように調整することができる。これによって、第1および第2の太陽電池ストリングから与えられる電力がともに最大となる電圧で、電力変換手段が電力変換を行うことができる。

【0143】

また、本発明の請求項7にかかる太陽光発電装置によれば、電力変換手段が、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧よりも、高い電圧を変換電圧 $V_m$ として誤設定する問題を解消することができる。これによって、電力変換手段が最適な制御電圧で、発電損失の発生を抑えた最適な制御を行うことができる。

【0144】

また、本発明の請求項8にかかる太陽光発電装置によれば、第1の太陽電池ストリングが発電していない状態で、電圧調整手段から与えられた直流電圧によって、電力変換手段が動作しないようにすることができる。その結果、電力変換手段が第1の太陽電池ストリングから出力される直流電圧よりも高い電圧を、変換電圧値 $V_m$ として誤設定しないように制御することができ、電力変換手段に過大な電流が流れることを防止できる。

【0145】

また、本発明の請求項9にかかる太陽光発電装置によれば、電源部が第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電力を用いて調整部を駆動することによって、電圧調整手段が、第2の太陽電池ストリングとともに動作する。これによって、夜間においては自動的に第2の太陽電池ストリングの調整が停止され、余計な電力消費が生じないようにすることができる。

【0146】

そして、本発明の請求項10にかかる太陽光発電装置は、請求項5または6にかかる太陽光発電装置において、前記電圧調整手段が、あらかじめ定められた規則にしたがって、第2の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧を、昇圧もしくは降圧のいずれかを実行し、電力変換手段に供給するようにしたので、第2の太陽電池ストリングから与えられる

直流電圧が、第1の太陽電池ストリングから与えられる直流電圧よりも低い場合には昇圧動作を行うなどして、降圧および昇圧動作を切り替えることができる。例えば、朝夕などの一部の時間帯に太陽からの照射量が低い場合など、出力低下が生じる場所に設置された太陽光発電装置において、通常は降圧動作による電圧調整が行われるような場合であっても、あらかじめ定める所定の時間帯のみ昇圧動作による電圧調整を行うようにすれば、降圧動作による電圧調整のみでは取り出すことができない太陽電池ストリングの電力を取り出すことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる太陽光発電装置の一実施形態を模式的に説明するためのブロック図である。 10

【図2】太陽電池モジュールを家屋の屋根面に配置した例を示す平面図である。

【図3】(a)、(b)は、出力能力の異なる2つの太陽電池ストリングから出力される発電電力の関係と、パワーコンディショナに与えられる電力との関係を表わすグラフである。

【図4】図1の太陽光発電装置に含まれる電圧調整手段の一例を模式的に示すブロック図である。

【図5】制御部の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

【図6】(a)は本発明にかかる太陽光発電装置の他の実施形態を模式的に説明するためのブロック図であり、(b)はその制御部の昇圧制御動作を示すフローチャートである。 (

【図7】(a)は本発明にかかる太陽光発電装置の他の実施形態を模式的に説明するためのブロック図であり、(b)はその制御部の昇圧制御動作を示すフローチャートである。 20

【図8】(a)、(b)、(c)はパワーコンディショナに与えられる電力を説明するためのグラフである。

【図9】図1に示す太陽光発電装置の制御部の他の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

【図10】本発明の太陽光発電装置の制御部の他の昇圧制御動作を示すフローチャートである。

【図11】図2に示す屋根面に設けられる昇圧型の太陽光発電装置を示すブロック図である。

【図12】(a)は、図2に示す屋根面に設けられる降圧型の太陽光発電装置を示すブロック図であり、(b)は(a)に示した降圧型の電圧調整手段の一例を示すブロック図である。 30

【図13】(a)は昇圧および降圧動作可能な電圧調整手段の一例を示すブロック図であり、(b)はその制御部の昇圧／降圧の制御動作を示すフローチャートである。 (

【図14】従来の太陽光発電装置を説明するブロック図である。

【符号の説明】

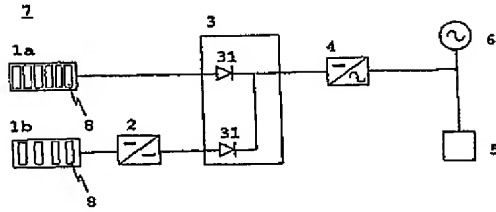
- 1 a：標準太陽電池ストリング（第1の太陽電池ストリング）
- 1 b：非標準太陽電池ストリング（第2の太陽電池ストリング）
- 2、2 a、2 b、2 c、2 d：電圧調整手段
- 3：接続箱
- 4：パワーコンディショナ
- 5：交流負荷
- 6：商用電力系統
- 7：太陽光発電装置
- 8：太陽電池モジュール
- 11 a：太陽電池ストリング
- 13：接続箱
- 14：パワーコンディショナ
- 15：交流負荷
- 16：商用電力系統

17 : 太陽光発電装置  
18 : 太陽電池モジュール  
19 : 逆流防止ダイオード  
21 : 入力EMIフィルタ  
22 : 電源部  
23 : 制御部  
24 : 昇圧部  
24b : 降圧部  
25 : 出力EMIフィルタ  
31 : 逆流防止ダイオード  
60 : 太陽光発電装置  
61 : 太陽光発電装置  
71、72、73 : 屋根面  
D : 谷間  
a0～a3 : ステップ  
b0～b4 : ステップ  
c0～c9 : ステップ  
d0～d4 : ステップ  
e0～e7 : ステップ  
f0～f3 : ステップ  
L、S、Sc、L+S、L+Sc : 出力電力曲線  
US : 非標準太陽電池ストリング系統  
 $V_L$  : 最適電圧値 (第1の太陽電池ストリングの)  
 $V_S$  : 最適電圧値 (第2の太陽電池ストリングの)  
 $V_{Lmax}$  : 開放電圧値  
 $V_m$  : 変換電圧値  
 $V_{sc}$  : 入力電圧値  
 $\alpha 1$ 、 $\beta 1$ 、 $\beta_{c1}$  : 出力動作点

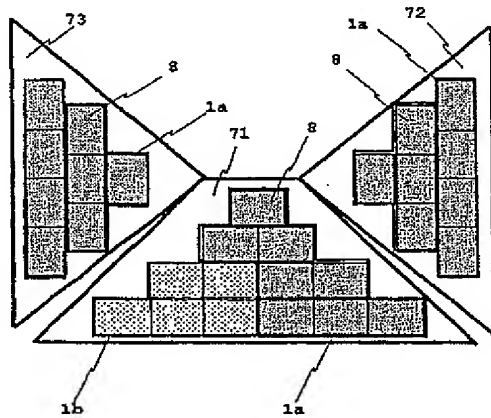
10

20

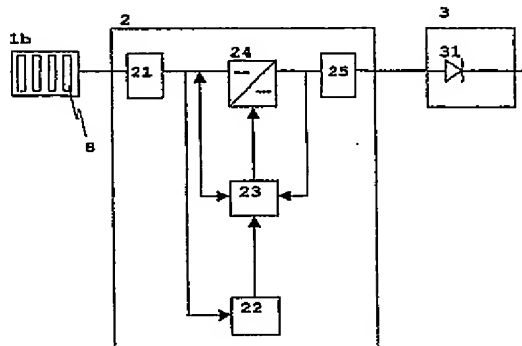
【図 1】



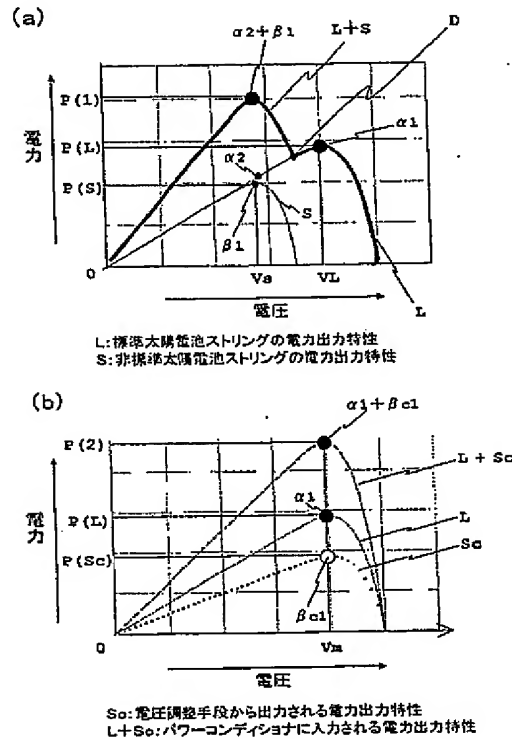
【図 2】



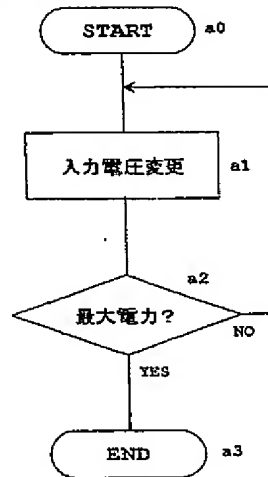
【図 4】



【図 3】



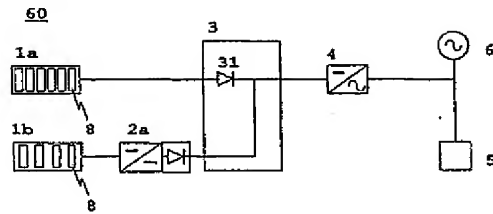
【図 5】



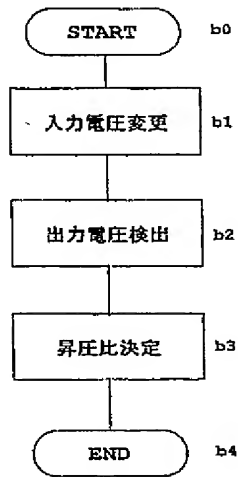


【図 6】

(a)

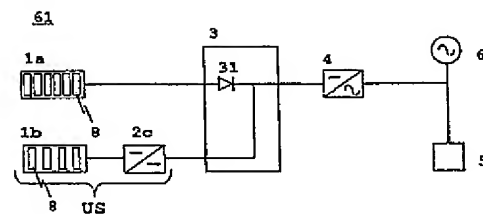


(b)

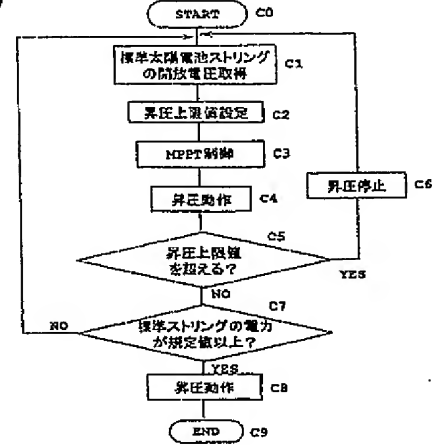


【図 7】

(a)

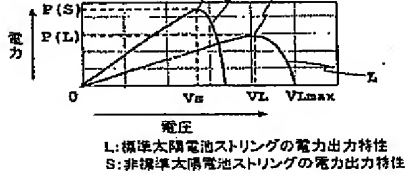


(b)

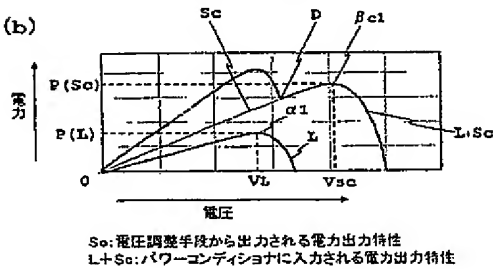


【図 8】

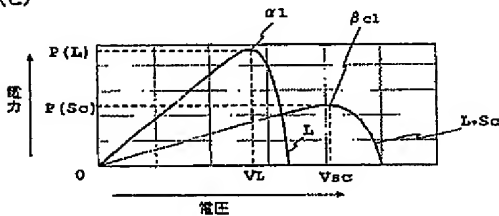
(a)



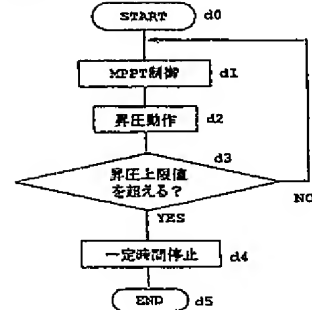
(b)



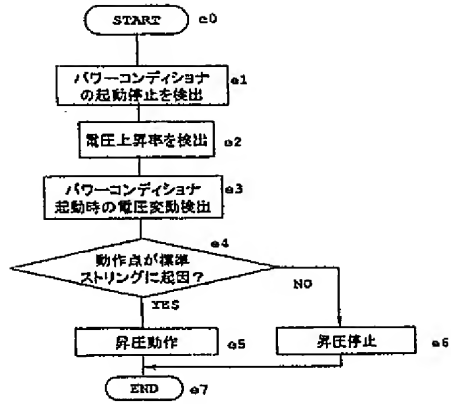
(c)



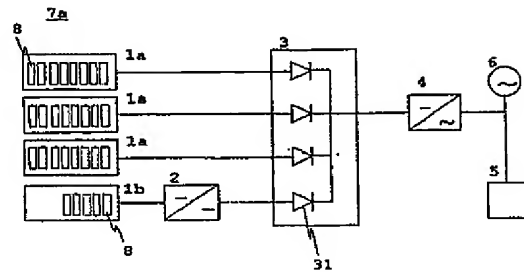
【図 9】



【図10】

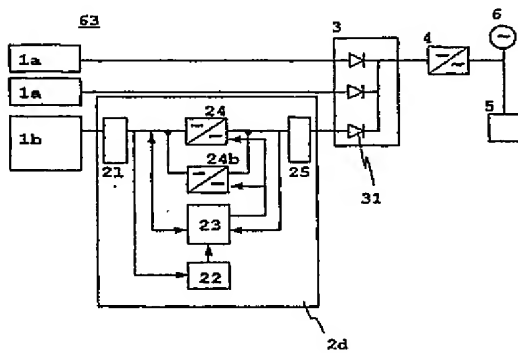


【図11】

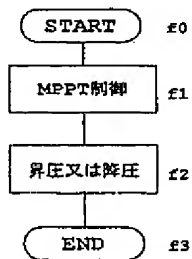


【図13】

(a)

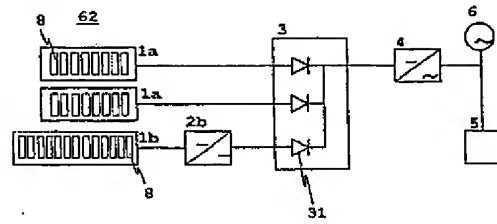


(b)

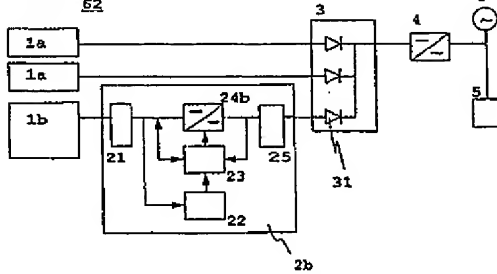


【図12】

(a)



(b)



【図14】

17

